

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Aplikace „turistická navigace“ pro platformu
Android
Tourist Navigation for Android Platform

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 4.5.2011

.....
David Martiník

Poděkování

Jako prvním bych chtěl poděkovat panu inženýru Pavlu Moravcovi, Ph.D., za to, že mi umožnil tuto práci vůbec dělat, díky toho, že toto téma vypsál, dále pak za jeho vedení při práci a jeho věcné připomínky, nápady a skvělé rady.

Můj další dík patří týmu ze serveru Turistika.cz, zvláště panu Radku Procházkovi, za jeho ochotu spolupracovat s neznámým studentem informatiky z Ostravy a vytvořit aplikační rozhraní pro poskytování svých dat pro mou aplikaci.

Poslední poděkování patří mé přítelkyni Heleně Sýkorové, které jsem se v posledních měsících věnoval dost poskrovnu, za její trpělivost a ochotu si poslechnout, co nového jsem v této práci udělal.

Abstrakt

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci pro platformu Android, která rozšíří její použitelnost pro pěší turistiku. Tohoto bylo dosaženo použitím již existující komponenty pro zobrazování map, kterou poskytuje společnost Google, a která je běžně integrovaná v zařízeních s operačním systémem Android. Díky spolupráci se serverem Turistika.cz je umožněno uživatelům aktivně vyhledávat a vykreslovat turistické a cykloturistické trasy a turisticky zajímavé body na mapu, vizualizovanou výše zmíněnou komponentou. Díky postupně rozvíjené spolupráci, je uživatelům umožněno sdílet fotografie bodů zájmu, které vytvořil pomocí aplikace, pod svým účtem na tomto serveru, s ostatními uživateli a tak přímo z aplikace rozšiřovat databázi vyhledatelných objektů. Aplikace byla důkladně otestována jak v emulátoru, tak na několika reálných zařízeních, bohužel z důvodu rostoucího počtu zařízení s operačním systémem Android, nastávají problémy s různými ovladači periferních zařízení především fotoaparátů.

Klíčová slova

Android, turistická navigace, turistická trasa, bod zájmu, mapa, Google, GPX, aplikace, Turistika.cz

Abstract

The bachelor thesis's goal was the development of map application for hikers for the Android platform. An existing Google maps component present on most Android devices has been used for map display. Thanks to the co-operation with Turistika.cz server, users are able to actively search and display the hiking trails, biking tracks and relevant points of interest (POIs). Further, thanks to the cooperation with Turistika.cz, users can share the photos for selected POIs captured in the application and extend the POI database from the application. The application has been tested both in the emulator and on several devices. Unfortunately, as the number of devices with Google Android grows, the device fragmentation starts to appear, causing some issues with peripheral devices, especially with camera drivers.

Key words

Android, tourist navigation, tourist track, point of interest, map, Google, GPX, application, Turistika.cz

Obsah

Úvod.....	2
1 Android.....	3
1.1 Historie.....	3
1.1.1 Historie verzí.....	4
1.2 Architektura.....	6
1.2.1 Dalvik Virtual Machine.....	7
1.3 Instalace aplikací.....	8
1.4 Vývoj aplikací.....	9
1.4.1 Aplikační komponenty.....	9
2 Výčet požadavků uživatelů na turistickou navigaci.....	10
2.1 Základní požadavky.....	10
2.2 Běžné požadavky.....	11
2.3 Rozšiřující návrhy na funkčnost aplikace.....	12
3 Analýza a návrh.....	13
4 Implementace.....	19
4.1 Vytvořené Activity.....	19
4.2 Použité knihovny.....	20
4.3 Problémy při implementaci.....	22
5 Testování.....	23
6 Srovnání s dalšími dostupnými aplikacemi.....	26
6.1 Nabídka dostupných aplikací.....	26
7 Závěr.....	29
Literatura.....	30
Přílohy.....	31

Úvod

Platforma Android je dnes ještě stále mladá a i přes její překotný vývoj a rychle rostoucí množství aplikací, v některých oblastech je jen malý výběr dostatečně kvalitních aplikací. Jednou z těchto oblastí pokrývají i aplikace zaměřené na turistiku, proto se autor rozhodnul vytvořit aplikaci, která bude schopná českým turistům, vlastním zařízením s operačním systémem Android, tuto mezeru v nabídce zaplnit.

Prvotním plánem bylo vytvořit aplikaci schopnou vyhledávat a zobrazovat turistické trasy a body zájmu z některého z českých serverů zaměřených na turistiku. Druhotným cílem bylo možné navázání spolupráce s některým z těchto serverů a napojení aplikace na jeho přidružené možnosti.

V první kapitole bude představena samotná platforma Android, její historie, architektura, vyčteny různé možnosti instalace aplikací na reálná zařízení a nakonec obecně popsán vývoj aplikací.

V druhé kapitole bude uveden výčet možných požadavků uživatelů na aplikaci s touto tematikou. Tato analýza bude sloužit jako zdroj návrhů na funkčnost výsledné aplikace.

Třetí, čtvrtá a pátá kapitola bude věnována vývoji samotné aplikace, konkrétně analýze, návrhu, implementaci a testování. Také zde budou popsány problémy, se kterými se autor setkal v průběhu vývoje.

Šestá kapitola obsahuje srovnání s ostatními aplikacemi běžně dostupnými přes Android Market.

Poslední kapitola bude obsahovat závěr a zhodnocení výsledků.

1 Android

Operační systém Android je na Linuxu založená softwarová platforma, určená primárně pro mobilní zařízení, jako jsou mobilní telefony, GPS navigace, PDA a díky nejnovější verzi i tablety. Je to dnes jedna z nejrychleji se vyvíjejících a nejrozšířenějších platform pro chytré telefony na světě. Počet aplikací pro tuto platformu rychle roste, takže na konci prosince 2010 překročil jejich počet hranici 200 000.



Obrázek 1: Oficiální logo platformy, převzato z <http://www.android.com/>

1.1 Historie

Android byl původně vyvinut stejnojmennou společností Android Inc., kterou v říjnu 2003 založili Andy Rubin (současný vedoucí vývoje Androidu), Rich Miner a další. Tu v roce 2005 koupila společnost Google Inc., která následně pokračovala ve vývoji.

V roce 2007 společnost Google oficiálně ohlásila Android jako novou mobilní platformu, která by měla konkurovat ostatním současným platformám (Windows Mobile, BlackBerry, iOS, Symbian ...) a iniciovala vznik Open Handset Alliance¹. Té pak Google předal celou platformu se zdrojovými kódy k dalšímu vývoji, vytváření a prosazování otevřených standardů.

¹ Konsorcium, jímž se Google stal také členem, sdružuje výrobce hardwaru, softwaru a telekomunikační společnosti jako jsou například T-Mobile, Vodafone, Sony Ericsson, HTC Corporation, ARM, NVIDIA Corporation, Myriad, Cooliris, Inc., TAT - The Astonishing Tribe AB, SQLStar International Inc. Open Handset Alliance má za úkol vytvářet a prosazovat otevřené standardy a poskytovat vývojářům všechno, co potřebují pro vývoj inovativních zařízení, softwaru a služeb.

V lednu 2008 byla vyhlášena první Android Developer Challenge, díky které vznikly první aplikace pro tuto novou platformu, společně s ní byly zveřejněny zdrojové kódy pod Apache a GPL 2 licenci a také Android SDK. Byly do ní přijímány aplikace od 2. ledna do 14 dubna 2008. Přispívali do ní vývojáři ze 70 zemí světa a celkově mezi sebou soupeřilo na 1800 aplikací. O zbytek se dělili programátoři ze Spojeného Království, Číny, Německa a dalších. Tématika byla velmi obsáhlá, objevily se aplikace pro sport, finance, multimédia, sociální sítě či hry.

Tyto výtvořby byly následně předinstalovány na počítače, aby v rámci fair-play měly stejné podmínky, kde je 100 porotců po tři týdny hodnotilo, aby vybrali 50 vítězů prvního kola soutěže. Každý z vývojářů těchto 50 vybraných aplikací dostal 5. května 2008 pro další vývoj své aplikace 25 000 dolarů, aby je do 30. června 2008 mohli připravit na druhé a finální kolo, ve kterém se soutěžilo o 3 750 000 dolarů. Google pak tyto peníze rozdělil tak, že každý tým z prvních deseti dostal 275 000 dolarů a každý tým z druhých deseti dostal 100 000 dolarů.

Níže popsaná historie verzí čerpá ze zdrojů [3] a [4].

1.1.1 Historie verzí

- 1.0
 - Byla vydána 23. září 2008
- 1.1
 - Byla vydána 9 února 2009, v té době pouze pro T-Mobile G1 jakožto jediný prodáváný telefon s OS Android
 - Provedeny změny v API, opravy chyb, vylepšeny MMS, vzhled prvku GUI
- 1.5
 - Byla vydána 30. dubna 2009 s kódovým označením Cupcake
 - Vylepšeno GUI, softwarová klávesnice, Bluetooth, fotoaparát
- 1.6
 - Vydána 15. září 2009 s kódovým označením Donut
 - Přidána podpora pro různá rozlišení a velikosti displejů

- 2.0
 - Vydána 26. října 2009 s kódovým označením Eclair
 - Provedeny optimalizace pro zrychlení systému
 - Vylepšené GUI, Bluetooth, ovládání fotoaparátu
 - Podpora pro Microsoft Exchange Server
- 2.2
 - Byla vydána 20. května 2010 pod kódovým označením Froyo
 - USB tethering a možnost vytvoření WIFI hotspotu
 - Výraznější optimalizace paměťové náročnosti a výkonu díky JIT kompilátoru
 - Vylepšení internetového prohlížeče a podpory Microsoft Exchange
 - Umožněn přesun aplikací na SD kartu telefonu a u telefonů, které mají dostatečně výkonný hardware, byla přidána podpora pro Adobe Flash 10.1 a nahrávání HD videa
- 2.3
 - Vydána 6. prosince 2010 s kódovým označením Gingerbread
 - Podpora pro ještě větší rozlišení displejů, SIP VoIP telefonii, WebM/VP8 video formáty, NFC, podpora senzorů jako barometr, gyroskop a více fotoaparátů (například pro video rozhovory pomocí služby Google Talk)
 - Přepracováno GUI do tmavých barev, vylepšen přehrávač hudby a nástroje pro herní vývojáře (Concurrent garbage collector, ovládací prvky)
- 3.0
 - 22. února 2011 byla vydána verze s označením Honeycomb
 - Optimalizace GUI a jeho tvorba pro zařízení typu tablet
 - Podpora pro vícejádrové procesory
 - Přidána hardwarová akcelerace GUI, které je předěláno do 3D

1.2 Architektura

Jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, Android je na Linuxu postavená softwarová platforma, která používá i další technologie s otevřeným zdrojovým kódem, jako je například projekt Apache Harmony, což je implementace Javy s otevřeným zdrojovým kódem a navíc oproštěná od licenčních poplatků, virtuální stroj Dalvik Virtual Machine umožňující spouštět aplikace napsané v jazyce Java s knihovnami přidávanými společností Google, OpenCore mediální framework, SQLite odlehčenou relační databází, 3D grafické aplikační rozhraní OpenGL EL 2.0, vykreslovací jádro pro prohlížeč WebKit další. Tyto jednotlivé komponenty spolu se zdrojovými kódy, které přidal Google, obsahovaly dohromady 12 miliónů řádků kódu – 2,8 miliónů řádků v C, 1,75 miliónů řádků C++, 2,1 miliónů řádků Java kódu a 3 milióny řádků XML.

Od začátku vývoje Androidu bylo dbáno na to, že mobilní zařízení, zvláště pak telefony, mají omezené zdroje jako je velikost operační paměti, výkon procesoru či grafického čipu, ale zároveň musel být zajištěn běh více aplikací najednou, takzvaný multitasking. To s sebou nese i bezpečnostní rizika, které Google vyřešil tím, že se každá aplikace spouští ve vlastním procesu a navíc i ve vlastní instanci virtuálního stroje nazvaném Dalvik Virtual Machine. Dalším bezpečnostním prvkem, které Android používá, je oddělení dat jednotlivých aplikací, takže vyrovnávací paměť, SQLite databáze a uložené nastavení dané aplikace je ostatním nepřístupné, přesto si aplikace mohou vyměňovat tyto data pomocí takzvaných content provider, což je jedna ze čtyř aplikačních komponent, se kterými Android programátor pracuje. Ten pak umožňuje pomocí SQL příkazů ostatním aplikacím zapisovat a získávat data z jiné, která content provider komponentu ovšem musí implementovat.

Architektura operačního systému Android je znázorněna na obrázku 2, lze na něm sledovat jednotlivé vrstvy:

- Linuxové jádro, které obsahuje ovladače ke všem periferním zařízením, jako je Bluetooth, fotoaparát, gyroskop, elektronický kompas, klávesnice a další
- nad tímto jádrem běží knihovny napsané v jazyce C nebo C++, které byly již zmíněny výše
- k těm přistupuje aplikační framework, který vytváří jednotné prostředí pro běh aplikací a umožňuje jim tak využívat všechny periferní zařízení

- každá aplikace využívá tento framework a každá má také stejné možnosti pro využití těchto připravených knihoven, takže vestavěná aplikace pro vytáčení a volání je na stejné úrovni jako všechny ostatní a tím pádem si uživatel může zvolit jinou aplikaci jako výchozí.

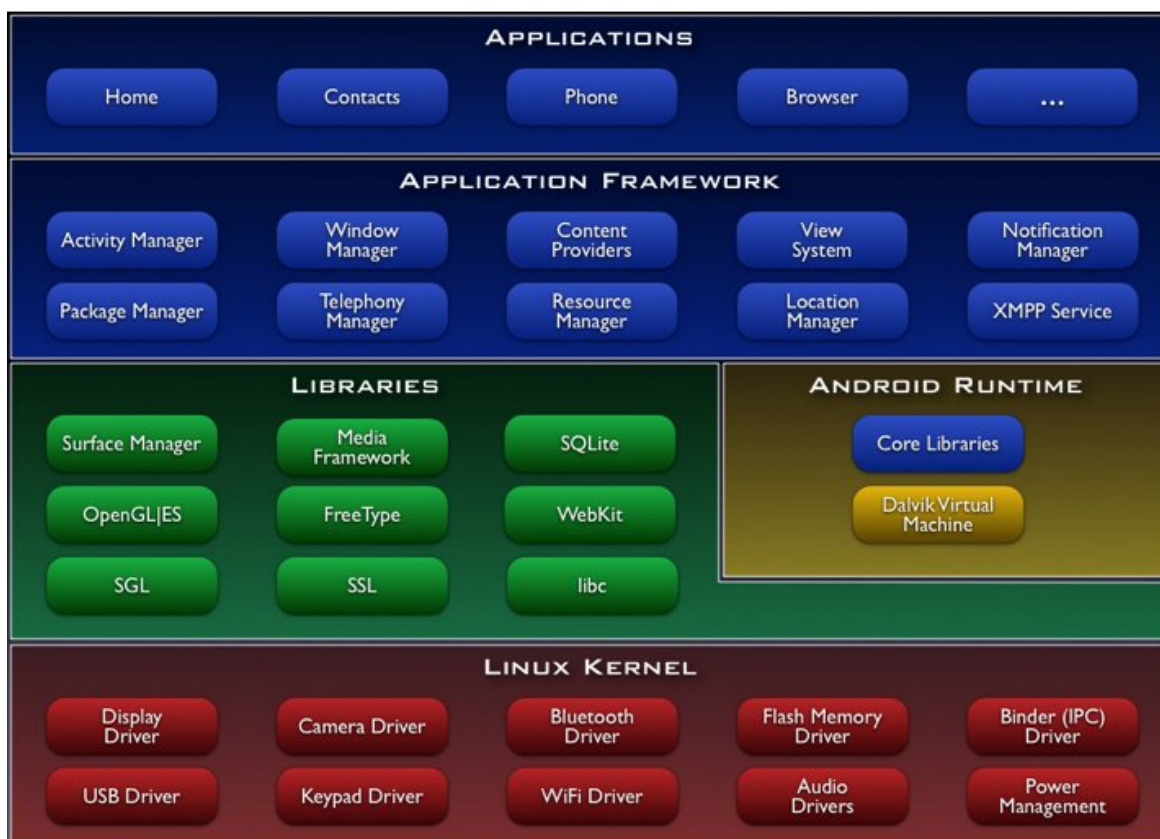
Zde také vzniká velká bezpečnostní mezera, kdyby jakákoli aplikace měla přístup například GPS či IMEI telefonu, toto je ale vyřešeno pomocí systému žádání o povolení přístupu k jednotlivým částem, jako je přístup k internetu, kartě SD nebo kontaktům. Tyto požadavky vývojář definuje v Manifest souboru, a uživatel je musí při instalaci i aktualizaci aplikace povolit.

1.2.1 Dalvik Virtual Machine

Dalvik Virtual Machine [6] je jedna z nejdůležitějších částí mobilní platformy Android, byla vytvořena Danem Bornsteinem ve spolupráci s dalšími inženýry ze společnosti Google. Je pojmenovaná po rybářské vesnici Dalvík ve fjordu Eyjafjörður na Islandu, kde žili Bornsteinovi předci.

Dalvik Virtual Machine je registrově orientovaný virtuální stroj, na rozdíl od zásobníkově orientovaného virtuálního stroje, který využívají aplikace napsané v jazyce Java. Byl vytvořen s důrazem na minimální paměťové nároky a zároveň se schopností spustit více instancí tohoto virtuálního stroje najednou.

Jak již bylo zmíněno výše tento virtuální stroj slouží ke spouštění aplikací napsaných pomocí Android SDK, tedy pomocí podmnožiny klasické Java API a přidaných knihoven společností Google. Toto je další podstatný rozdíl oproti klasickému virtuálnímu stroji Javy, protože vytvořené aplikační balíky mají formát apk namísto jar a navíc tento balík neobsahuje klasické java soubory, ale soubory dex, které se tvoří při kompilaci aplikace právě z java souborů pomocí nástroje nazvaného dx. Díky tomuto by se mohlo zdát, že lze převést jakoukoli aplikaci napsanou v jazyce Java, na aplikaci spustitelnou na platformě Android, ale není tomu tak a to z toho důvodu, že Android obsahuje pouze podmnožinu knihoven z projektu Apache Harmony, což je vcelku logické, když uvažíme, že například uživatelské rozhraní není v jazyce Java optimalizováno pro dotykové ovládání.



Obrázek 2: Jednotlivé vrstvy platformy Android, převzato z <http://developer.android.com/>

1.3 Instalace aplikací

Android je otevřený operační systém, proto podporuje různé způsoby instalace aplikací. Jako primární zdroj slouží Android Market provozovaný společností Google, který umožňuje s pomocí předinstalované aplikace s názvem Market, ve které uživatel může hodnotit a prohlížet katalog aplikací určených pro jeho zařízení a následně vybrané položky, po odsouhlasení požadovaných práv, koupit v případě, že je placená, stáhnout a nainstalovat. Další možností je instalace aplikace, která využívá jiný katalog, jako je například obchod od společnosti Amazon. Poslední možností je stáhnutí apk balíčku na SD kartu mobilního zařízení a nainstalovat ho pomocí aplikace pro instalaci aplikací, tu buď výrobce dodává se zařízením jako součást platformy nebo si ji uživatel musí stáhnout a nainstalovat z Android Marketu.

1.4 Vývoj aplikací

Vývoj aplikací se provádí za pomoci Android SDK, což je balík obsahující debugovací nástroj, sadu knihoven, emulátor, ukázkové programy a další. Tento balík lze nalézt na těchto webových stránkách určených pro vývojáře <http://developer.android.com/>, kde se také nachází kompletní dokumentace s několika základními tutoriály a rozsáhlými návody.

Jako IDE, tedy integrované vývojářské prostředí, je preferováno Eclipse IDE a to ve verzi 3,5 nebo vyšší, do kterého se při instalaci přidá ADT plugin pro Eclipse. Díky tomuto, pak lze přímo ve vývojovém prostředí vytvářet různě nastavené instance emulátoru, používat grafický nástroj pro tvorbu uživatelského rozhraní, testovat své aplikace v emulátoru a další. Vytvořit se může i v jiných vývojářských prostředích, tam ale vývojář musí počítat s různými překážkami.

1.4.1 Aplikační komponenty

- Activity
 - reprezentuje jednu obrazovku či formulář s uživatelským rozhraním, je vždy nezávislá na ostatních Activity v aplikaci, ale může spouštět nebo být spuštěna jinou Activity pomocí instance třídy Intent, která může navíc předávat mezi Activitami další hodnoty, buď primitivní datové typy nebo serializovatelné objekty
 - uživatelské rozhraní se může vytvářet buď přímo v kódu aplikace nebo pomocí XML souborů umístěných ve složce layout
- Service
 - komponenta pro provádění operací na pozadí bez jakéhokoli uživatelského rozhraní, například automatická synchronizace emailu
- Content provider
 - umožňuje aplikacím si navzájem poskytovat data pomocí připraveného rozhraní
- Broadcast receiver
 - komponenta, která reaguje na systémová volání při nějaké události, například vypnutí displeje, přijetí sms zprávy nebo volání jiné aplikace

2 Výčet požadavků uživatelů na turistickou navigaci

Tato kapitola obsahuje výčet typických požadavků uživatelů a nikoli popis všech funkcí, které obsahuje aplikace, která je součástí této bakalářské práce.

Jako u běžných automobilových navigací se požadavky uživatelů mohou zásadně lišit, ovšem co se týká turistů, mohou být tyto rozdíly mnohem větší, protože existují jedinci, kteří takovéto výdobytky moderní techniky odmítají nebo jim stačí pouhé zobrazení mapy s vlastní polohou, na druhou stranu jsou zde technicky zaměřeni lidé, kteří očekávají maximální množství informací a co možná nejširší možnosti nastavení. Tato aplikace byla vytvořena tedy spíše pro ty, kteří ocení spíše širší spektrum funkcí a mají vyšší požadavky.

2.1 Základní požadavky

Mezi úplně nejzákladnější prvky aplikací patří grafické rozhraní, pomocí kterého uživatel aplikaci ovládá, to musí být přehledné a intuitivní, aby i úplně neznalý uživatel byl schopen bez složitých návodů jednoduše provést to, co chce. Ovládací prvky také musí mít dostatečnou velikost, tak aby je bylo snadné trefit i dotykem prstu na displej, protože kdyby byly použity malé ovládací prvky, aplikace by byla neergonomická a pro uživatele v terénu prakticky nepoužitelná.

Další typický požadavek na uživatelské rozhraní je bezesporu jeho dobrá čitelnost i na přímém slunci, čehož lze dosáhnout vytvořením takových textur, které budou mít vysoký kontrast a ostré přechody mezi barvami, nejlépe černé pozadí s bílými ikonami. To stejné platí i pro text, ten by navíc měl být rozhodně větší než bývá zvykem u běžných aplikací.

Jako další musí být zmíněna možnost výběru mapových podkladů i s volbou podrobného zobrazení jednotlivých ulic měst a vesnic. Jako úplný základ se dá považovat výběr mezi leteckými snímky a hybridní mapou s vyobrazenými cestami, domy, lesy a vodními plochami. Samozřejmostí je také možnost zobrazení a sledování aktuální polohy na této mapě na základě údajů z integrovaného či externího GPS přijímače.

2.2 Běžné požadavky

Mezi typické běžné požadavky bezesporu patří import tras ve formátu GPX, což je běžně používaný formát i pro přístroje, které jsou přímo specializované pro turistiku, navíc je vytvářen pomocí značkovacího jazyka XML, tudíž je snadno přenositelný a prakticky snad v každém programovacím jazyce existuje dostatek knihoven, které ho dokáží zpracovat. Trasa je po dokončení importu zakreslena na mapu, ale nelze s ní již dále pracovat či získávat nějaké informace.

Jako další běžně požadovanou funkci lze považovat i záznam vlastní trasy pomocí GPS přijímače. Množství zaznamenaných bodů trasy by mělo být co nejmenší, protože příliš mnoho bodů může mít velmi negativní vliv na výkon aplikace, navíc pokud by se jednalo o delší trasu mohlo by dojít k problému s nedostatkem operační paměti. Zaznamenané trasy by mělo být možné procházet přímo v aplikaci s možností jejich exportu a opětovného zobrazení na mapě.

Mnohými považována za základní funkci také je možnost používání offline map, kdy se mapové podklady čtou z paměťového média, což je v případě zařízení se systémem Android paměťová SD karta. To však dnes již tak úplně neplatí, protože díky snadno dostupnému mobilnímu internetu se dají mapové podklady stahovat. Pokud navíc vezmeme v úvahu to, že čeští operátoři mají pokrytí technologií druhé generace EDGE nebo GPRS v České Republice asi 95%, a tak je nutnost mít mapové podklady na kartě SD minimální.

Pro snadnou orientaci na mapě je také vhodné umožnit zobrazování bodů zájmu a jejich import ze souboru. K této funkci logicky patří možnost tyto zájmové body zaznamenávat i s fotografiemi. Také by měla samotná aplikace obsahovat jakéhosi správce těchto zaznamenaných míst, pro snadný přehled, editaci a mazání, jelikož údaje o bodech zájmu nemohou být v jednom souboru s fotografií. V úvahu také připadá vyhledávání míst jako jsou restaurace, nádraží, atrakce či bankomaty, většinou pomocí některého z internetových vyhledávačů.

Aplikace by také měla poskytovat širší možnosti nastavení, od barvy nahrávané trasy až po výchozí pozici a úroveň přiblížení na mapě. Pokud při zobrazování detailů bodu zájmu je možnost stáhnout i příslušný obrázek, je vhodné umístit do nastavení volbu pro automatické stahování obrázků.

2.3 Rozšiřující návrhy na funkčnost aplikace

V souvislosti s možností číst mapové podklady z karty SD, souvisí schopnost aplikace ukládat jednotlivé stažené bitmapy na kartu SD nebo do interní databáze telefonu, odkud je je schopna číst v offline režimu. I zde by měla být možnost spravovat tyto data přímo v aplikaci, protože při použití vestavěné databáze zařízení, není jiná možnost mazání těchto dat, aniž by uživatel aplikaci neodinstaloval, navíc by tyto po čase data mohla zabírat značnou část vnitřní paměti zařízení, nehledě na to, že na platformě Android platí omezení velikosti jedné SQLite databáze na 50 megabytů.

Mezi další rozšiřující návrhy lze zařadit možnost otáčet mapové podklady na základě údajů z elektronického kompasu nebo pomocí rotace dvou prstů po displeji na přístrojích podporující takzvaný multitouch neboli vícedotekové ovládání. Toto umožňuje zobrazit uživateli mapové podklady tak, že jsou natočeny vždy správným směrem, což opět přispívá k lepší orientaci na mapě.

Jedna z nejpokročilejších funkcí, která může být požadována je takzvaná rozšířená realita, je to část aplikace, která využívá lokalizovaná data, jako jsou například body zájmu, ty pak za pomoci GPS a kompasu promítne na displej nad výstup fotoaparátu tak, aby se jednotlivé body zobrazily na místě, kde v reálu jsou. Toto opět napomáhá k lepší orientaci uživatele, který pak není odkázán pouze na mapu, ale přímo vidí, kde se dané místa nacházejí.

Další požadavek uživatelů může být na možnost hledání bodů zájmu v okolí nějakého bodu a to na serverech přímo obsahujících data určená pro turistiku. Ty by se pak měly zobrazovat na mapě i s bublinou s názvem a zkráceným popisem. S takto získanými údaji se dá dále pracovat, například počítat vzdálenost uživatele k tomuto bodu. Uživatel také v tomto případě může požadovat seznam nalezených bodů, aby v nich mohl rychle vyhledávat a prohlížet detaily.

Jedna nejzajímavějších možností je vyhledávat trasy v okolí nějakého bodu. Nutné pak je mít možnost procházet po jedné tyto trasy přímo na mapě a stejně tak je dobré mít možnost projít postupně všechny body trasy s tím, že se při procházení zobrazí jejich název, nadmořská výška a další atributy. Vhodné je také v detailech trasy vypsát obtížnost, celkovou délku a seznam všech bodů, ze kterých se trasa skládá. Mnozí uživatelé také jistě budou požadovat možnost vyobrazení výškového profilu trasy s možností přibližování a oddalování, navíc pokud GPS přijímač podporuje určování nadmořské výšky, mělo by být možné zobrazit výškový profil právě zaznamenávané trasy.

Někteří uživatelé jistě využijí možnost své čerstvě vytvořené trasy ihned zeditovat pomocí nějakého jednoduchého editoru, díky kterého by přidávali, přemísťovali a mazali zaznamenané body trasy. Rovněž by mělo být umožněno editovat jak názvy a popis jednotlivých bodů, tak název a popis trasy jako celku.

Další z nadstandardních požadavků může také být možnost sdílení zaznamenaných tras a bodů zájmu, buď pomocí E-mailu nebo například nahráním na specializovaný server, kde si tato data může jakýkoli jiný uživatel prohlédnout či stáhnout.

3 Analýza a návrh

Při analýze byly vybrány požadavky a návrhy uživatelů, které by měla vytvářená aplikace splňovat, tak aby byla co možná nejlépe použitelná pro podmínky v České republice, konkrétně tato: přehledné a dobře čitelné uživatelské rozhraní, sledování polohy na mapě, import a export tras ve formátu GPX, záznam a editace trasy, vyhledávání turistických tras a bodů zájmu na Internetu, vytváření bodů zájmu i s fotografiemi a sdílení tras pomocí E-mailu.

Aby bylo tyto požadavky možné splnit, musíme mít jako úplně nejzákladnější věc k dispozici mapové podklady. Pro tento účel byla vybrána komponenta, již přítomná na prakticky všech zařízeních s platformou Android. Byla vytvořena společností Google a bohužel umožňuje zobrazovat pouze mapy, které poskytuje tato společnost, ty jsou naštěstí vysoce kvalitní, a tak pro účely této aplikace postačují.

Nabízí se i možnost vytvořit vlastní komponentu, ale tím vzniká problém se zdrojem kvalitních a nejlépe turistických mapových podkladů. V úvahu přichází například server Cykloserver.cz (<http://www.cykloserver.cz/>), ale lze předpokládat, že by chtěli peněžní úplatu.

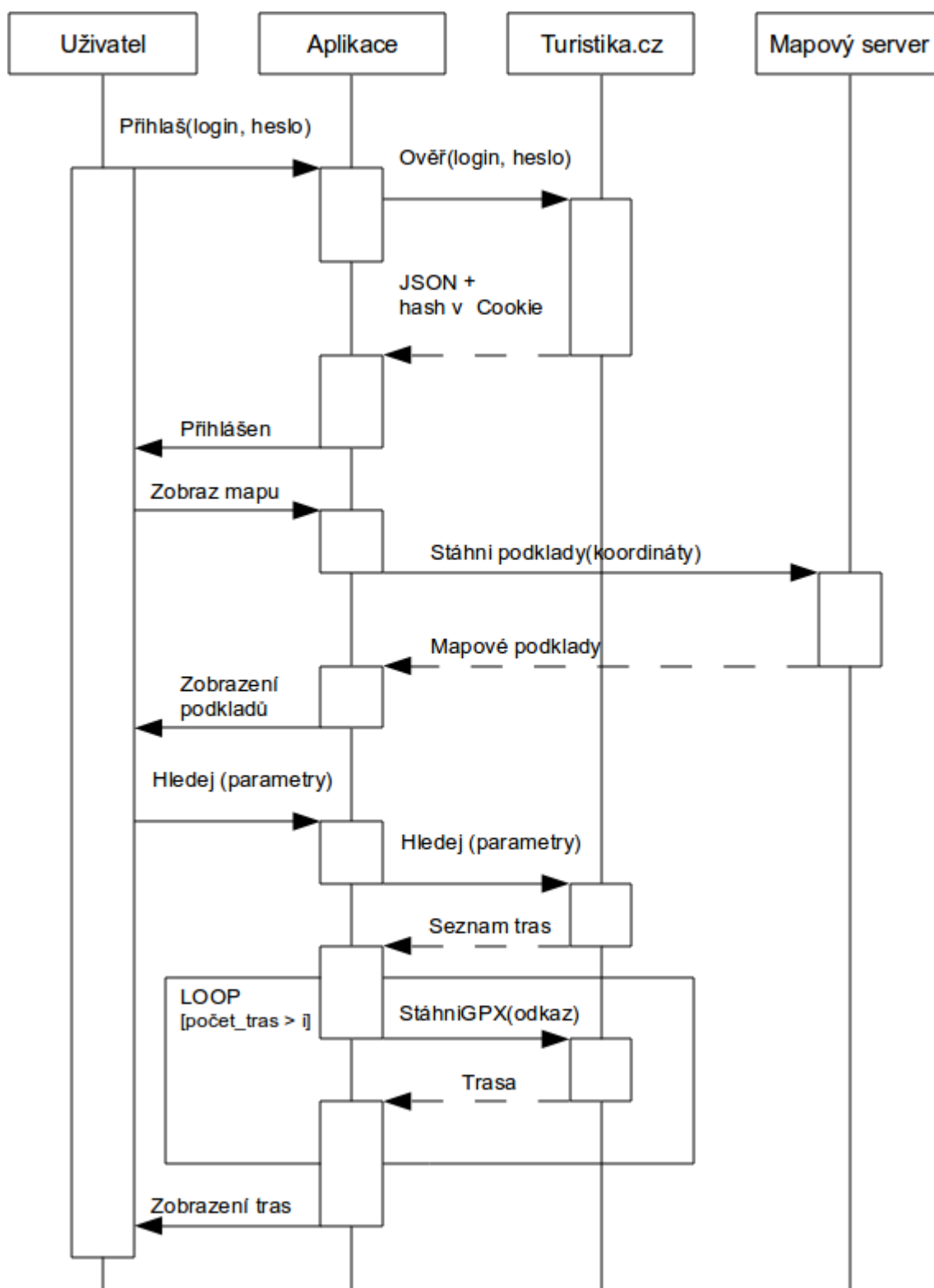
Při použití vybrané komponenty, ale vyvstal problém s tím, že neobsahuje mapové podklady s turistickými trasami, tudíž se veškeré trasy musí stahovat. Tyto data jsou dostupná například na serveru Turistika.cz (<http://www.turistika.cz/>), kam byla poslána žádost o zpřístupnění těchto dat pro tuto práci a její budoucí využití. Tým z tohoto serveru žádosti vyhověl a začal vytvářet webové aplikační rozhraní pro vyhledávání tras a bodů zájmu v okolí určitého místa, to na GET požadavek vrací seznam výsledků ve formátu JSON. Za zpřístupnění svých dat musí aplikace na oplátku obsahovat informace o tomto serveru. Díky ochotě spolupracovat byla také dohodnuta možnost přihlašování se pod účtem, který vlastní uživatel na tomto serveru a nahrávat trasy a fotografie míst, která uživatel pomocí aplikace vytvoří.

Po shrnutí těchto požadavků bylo nutné vybrat verzi platformy Android, která bude použita pro implementaci. Zvolena byla verze 1.6, díky toho, že obsahuje všechny potřebné komponenty, umožňuje vývoj aplikací pro zařízení s různě velkými displeji a také protože existují modely telefonů například HTC² Dream, které už vyšší verzi systému od výrobce nedostanou. Jako vývojové prostředí bylo zvoleno oficiálně podporované Eclipse IDE, které je navíc platformě nezávislé.

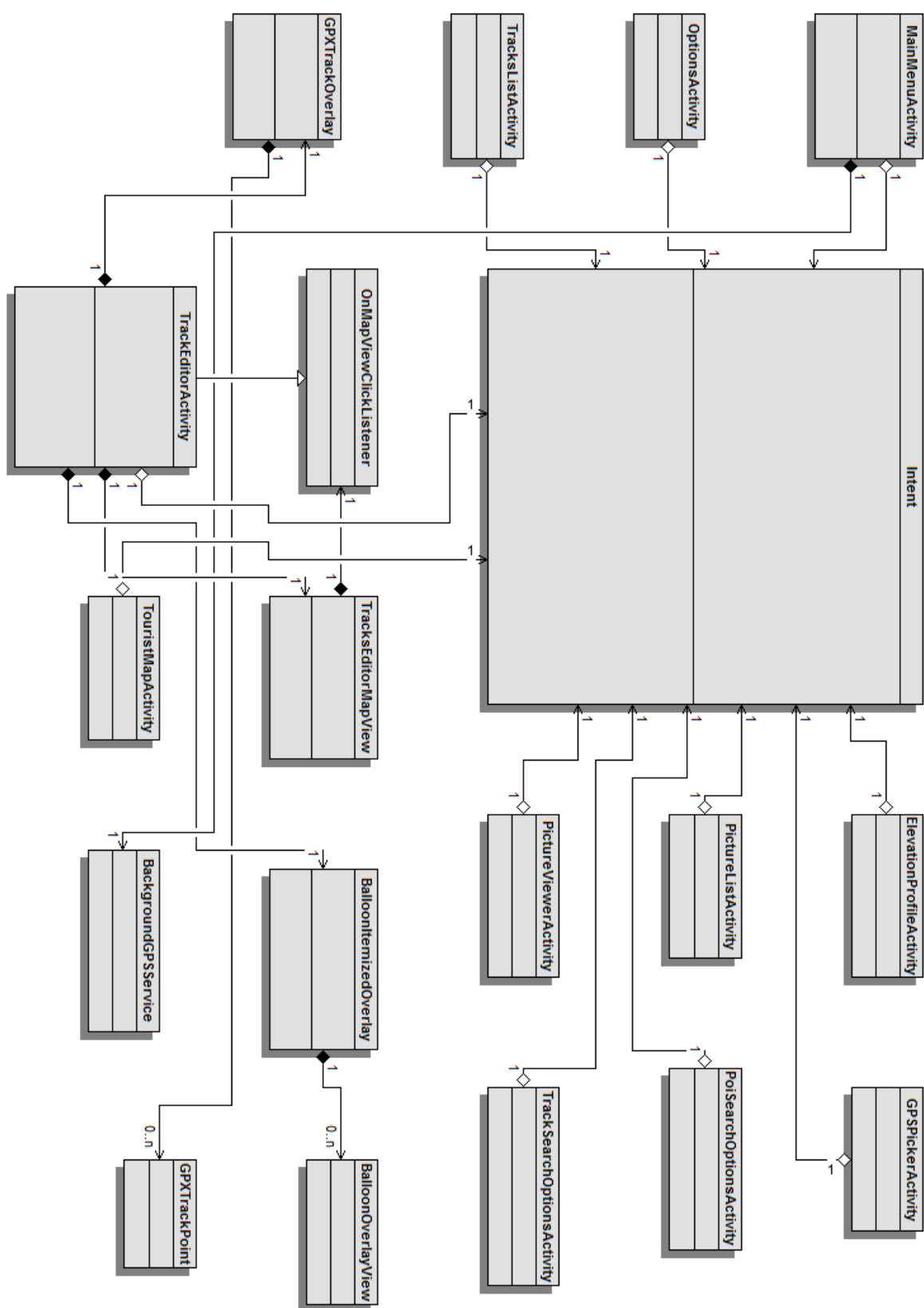
V průběhu tvorby návrhu byly vytvářeny aktivitní diagramy popisující průběh jednotlivých operací, jako příklad je zde uveden obrázek 3, na kterém je vyobrazen diagram přihlášení k účtu na serveru Turistika.cz a následné vyhledání tras v okolí nějakého bodu.

Při návrhu uživatelského rozhraní bylo dbáno na jeho přehlednost, snadnou ovladatelnost a také na to, aby aplikace vypadala podle pokynů společnosti Google o tom, jak tvořit uživatelské rozhraní aplikací pro platformu Android [3]. Základní rozvržení uživatelského rozhraní je vyobrazeno na obrázcích 6 a 7. Aplikace díky svému specifickému zaměření bude používána převážně v přírodě a proto musí být použité barvy co možná nejkontrastnější, aby byla zaručena dobrá čitelnost i na přímém slunci.

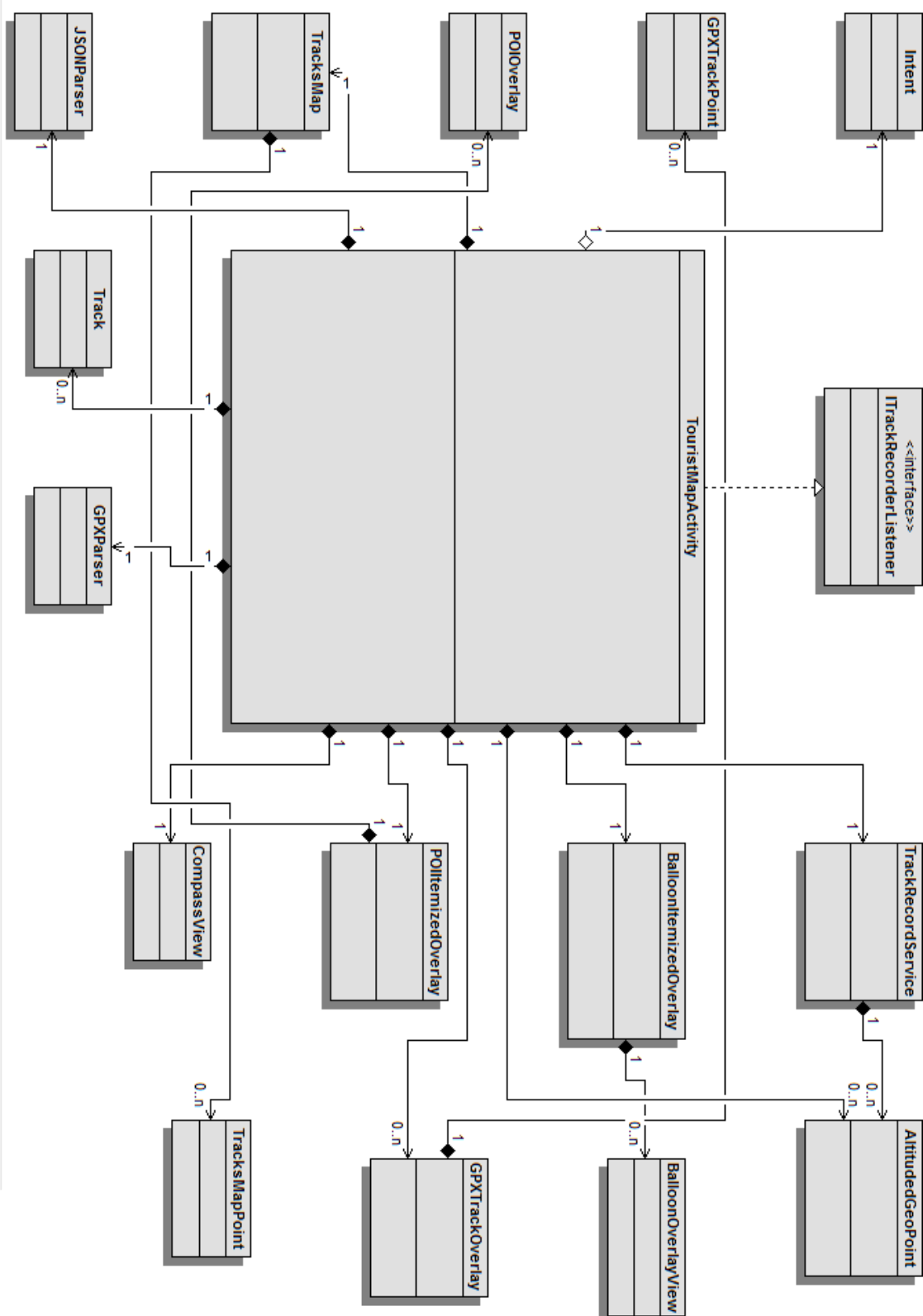
2 Tchajvanská společnost zabývající se výrobou mobilních zařízení, především chytrých mobilů, člen Open Handset Alliance



Obrázek 3: Aktivitní digram - přihlášení k účtu a vyhledání tras



Obrázek 4: Diagram tříd - zjednodušené schéma aplikace



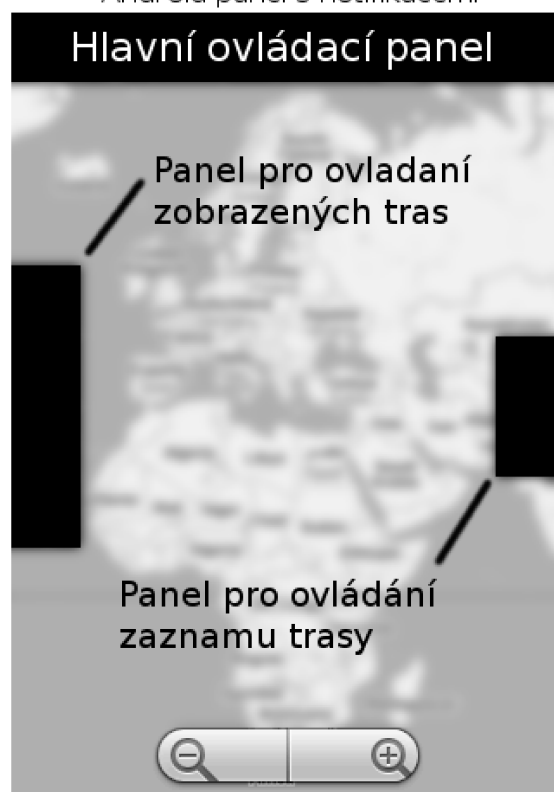
Obrázek 5: Diagram tříd - hlavní část aplikace

Android panel s notifikacemi



Obrázek 6: Návrh rozložení hlavní nabídky

Android panel s notifikacemi



Obrázek 7: Návrh rozložení hlavní části aplikace

4 Implementace

Díky toho, že jednotlivé Activity jsou na sobě nezávislé, rozdělují aplikaci na jednotlivé funkční celky, které mohou být vyvolány přímo z aplikace nebo kteroukoli jinou aplikací, pomocí instance třídy Intent.

4.1 Vytvořené Activity

- MainMenuActivity
 - hlavní menu aplikace, sloužící jako rozcestník
- GPSPickerActivity
 - tato Activity může být vyvolána pokud jiná Activity potřebuje manuálně určit od uživatele GPS souřadnice nějakého objektu
- PictureViewerActivity
 - umožňuje jednoduché procházení obrázků pořízených prostřednictvím aplikace
- PictureListActivity
 - zobrazuje seznam vytvořených fotografií, umožňuje jejich mazání a nahrání na server
 - editace GPS souřadnic fotografie pomocí GPSPickerActivity, zobrazení vybrané fotografie pomocí PictureViewerActivity
- TrackEditorActivity
 - editor tras předaných instancí třídy Intent
 - umožňuje editovat jak její název a popis, tak i název a popis jednotlivých bodů trasy
 - body trasy lze navíc přidávat, přesouvat a mazat
- TrackListActivity
 - zobrazuje seznam tras, které uživatel zaznamenal pomocí aplikací
 - umožňuje jejich editaci pomocí TrackEditorActivity, vykreslení v TouristMapActivity, sdílení pomocí E-mailového klienta a jejich smazání

- ElevationProfileActivity
 - Activity pro zobrazení výškového profilu trasy
- POISearchOptionsActivity, TracksSearchOptionsActivity
 - zobrazuje formulář pro nastavení parametrů vyhledávání bodů zájmu/turistických tras
 - výstupem je webový odkaz s vygenerovanými GET parametry
- OptionsActivity
 - umožňuje měnit nastavení barvy tras, místo kde bude střed mapy při spuštění, přihlášení k účtu a další
- TouristMapActivity
 - umožňuje vyhledávání a následné zobrazování turistických tras a bodů zájmu
 - při vyhledávání využívá POISearchOptionsActivity a TracksSearchOptionsActivity
 - výpis seznamu tras a bodů zájmu s jejich detaily
 - záznam trasy s okamžitým vykreslením na mapu, pro finální úpravu této trasy používá TrackEditorActivity

Průběh implementace se autor pokusil zrychlit použitím již vytvořených knihoven, které jsou volně dostupné na Internetu pod některou ze svobodných licencí.

4.2 Použité knihovny

- Android-mapviewballoons
 - ke stažení na adrese <https://github.com/galex/android-mapviewballoons>
 - knihovna pro zobrazování bublin s textem nad objekty na mapě
 - pro použití muselo být provedeno několik dodatečných úprav
 - publikováno pod Apache Software License 2.0

- android-color-picker
 - ke stažení na adrese <http://code.google.com/p/android-color-picker/>
 - knihovna pro vytvoření dialogu k výběru barvy
 - použita pro uživatelskou definici barev tras
 - rovněž šířeno pod Apache Software License 2.0
- AchartEngine
 - ke stažení na adrese <http://code.google.com/p/achartengine/>
 - knihovna pro vytváření různých typů grafů
 - použita pro vykreslování výškových profilů tras
 - taktéž šířeno pod Apache Software License 2.0
- Android HttpRequest
 - ke stažení na adrese <http://moazzam-khan.com/>
 - knihovna pro odesílání POST požadavků obsahujících soubory
 - dodatečná úprava pro umožnění odeslání Cookie s autentizačním hash kódem, použito při nahrávání fotografií na server Turistika.cz
 - dostupné na webu pod neznámou licencí (autor pouze požaduje uvedení jeho jména v informacích o aplikaci)
- Map Icons Collection
 - ke stažení na adrese <http://code.google.com/p/google-maps-icons/>
 - soubor obrázků reprezentující typy bodů zájmu, použita byla jenom část
 - šířeno pod licencí Creative Commons 3.0 BY-SA

4.3 *Problémy při implementaci*

První závažný problém, který byl v průběhu implementace této práce řešen, bylo velké snížení výkonu aplikace při zobrazení více jak 10 tras. Emulátor sice neposkytuje takový výkon jako reálná zařízení, ale i přesto by aplikace tohoto typu měla bez problémů fungovat i na těch nejslabších přístrojích. Pro vyřešení problému bylo nutné zajistit, aby se v metodě `onDraw()`, kterou se trasa vykresluje, nevytvářely nové objekty, dále pak upravit styl čáry tak, aby se na ni nepoužívalo vyhlazování a ani další grafické efekty. Vhodné také je, aby metoda `onDraw()` byla označena jako `final`. Nejvíce ale výkon ovlivňuje počet bodů trasy, protože od nich se odvíjí i počet čar, které mezi nimi jsou a právě jejich vykreslení je nejvíce časově náročné. V průběhu testování bylo zjištěno, že nezanedbatelné množství tras ze serveru `Turistika.cz` má části, které vedou stejnými body a proto by bylo výhodné tyto části vykreslovat pouze jednou. Z tohoto důvodu byla vytvořena třída `TracksMap`, která reprezentuje jakousi síť všech tras, které si uživatel nechal zobrazit. Tato třída při každém přidání trasy v podstatě řeší sloučení dvou cyklických grafů, aby se tak každá spojnice vykreslila pouze jednou. Nad tuto síť se následně vykreslují jednotlivé trasy, vždy je zobrazena jedna aktivní trasa a uživatel mezi nimi může listovat. Díky těmto optimalizacím bylo dosaženo výrazného navýšení výkonu.

Další problém nastal, když uživatel v editoru tras uložil zaznamenanou trasu a vrátil na se do hlavní části aplikace sloužící pro zobrazování mapových podkladů, tras a bodů zájmu. Tento problém se projevoval tím, že se vůbec nezobrazovaly mapové podklady, namísto nich jen bílá plocha. Toto bylo způsobeno tím, že instance komponenty pro vykreslování mapových podkladů, které běží v jednom procesu, sdílejí `connection pool` pro stahování. Takže když uživatel ukončil `Activity` pro editaci trasy, která obsahuje komponentu `MapView`, uzavřel tím i společný `connection pool` pro `MapView` z hlavní části aplikace, což pochopitelně vedlo k výše popsanému chování. Řešením je spouštět tyto `MapView` v procesu s jiným názvem, toto lze nastavit v `AndroidManifest.xml` dané aplikace.

Během testování části aplikace určené k pořizování fotografií, byl zjištěn problém se zobrazováním dat z fotoaparátu. Tato funkcionality byla testována na telefonech HTC Hero s verzí operačního systému Android 2.1, Samsung³ Galaxy S s Android 2.2 a LG⁴ Optimus One

3 Jihokorejská skupina složená z mnoha mezinárodních společností Samsung Electronics, Samsung Heavy Industries a Samsung Engineering & Construction

4 Jihokorejský konglomerát se sídlem v Soulu vyrábějící především elektroniku a telekomunikační produkty

také s verzí 2.2. Na zařízení HTC Hero vše fungovalo normálně, ale na zbylých dvou zařízeních se obraz zobrazoval správně pouze pokud byl telefon v horizontální poloze a pouze v jednom směru (pokud měl uživatel funkční klávesy na pravé straně), v druhém směru a ve vertikální poloze byl obraz otočen o 90 stupňů a zdeformován takovým způsobem, že vyplňoval celý displej zařízení. Toto chování je způsobeno buď špatnými ovladači výrobce nebo jinou verzí systému Android, protože ta od verze 2.2 umožňuje překlápění obrazu na obě strany ze zobrazení na výšku. Jedno z řešení, které přichází v úvahu, je použití již vestavěné aplikace, která bývá odladěna výrobcem zařízení. Tedy pomocí třídy Intent se vyvolá Activity, která je určená pro zachycování fotografií, s tou uživatel dané místo vyfotí a vyvolaná Activity pro focení vrátí obrazové data aplikaci, která ji vyvolala.

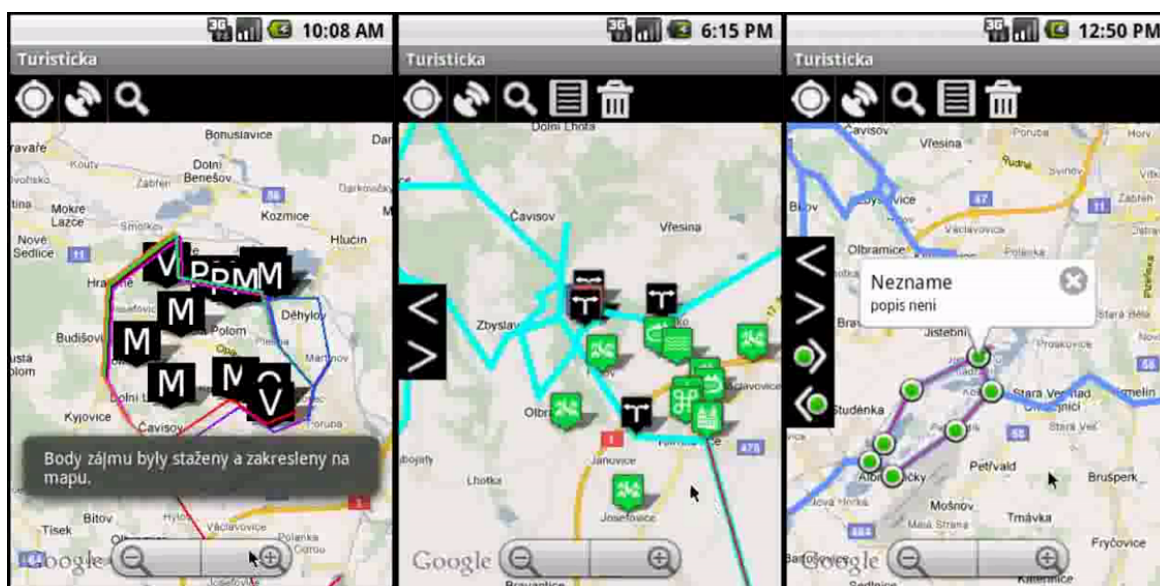
Bezproblémová nebyla ani spolupráce se serverem Turistika.cz, poněvadž několik dní před odevzdáním práce pozměnili API pro vyhledávání tras a nedali o tom autorovi vědět. Při testování pak najednou místo výsledků v JSON byly vráceny výsledky v HTML, díky čehož pak docházelo k výjimkám na dříve otestovaném a neměněném kódu. Šlo o zavedení autentizace i pro hledání tras, na dotaz proč tomu tak je, nepřišla žádná odpověď.

5 Testování

Autor se snažil, aby cyklus vývoje aplikace byl co možná nejvíce iterativní. Nejprve naplánoval změny a novou funkčnost, kterou chtěl v iteraci přidat, po té ji implementoval do aplikace. Postupný vývoj lze sledovat na obrázku 8 a na přiložených videích (`turisticka_navigace_1`, `turisticka_navigace_2`, `turisticka_navigace_3`), které se snaží předvést novou a vylepšenou funkcionalitu aplikace.

Následně novou funkčnost nebo změnu otestoval nejprve v emulátoru a následně v autorově zařízení s platformou Android (HTC Hero), které měl k dispozici. Vyjimku tvořila nová funkčnost, která přistupovala k některému ze senzorů, který nebyl součástí počítače, na kterém byla aplikace vyvíjena. Jediné periferní zařízení, které dokáže emulátor emulovat je GPS přijímač, do kterého lze posílat údaje o poloze přímo z vývojářského prostředí. Zde byla využita možnost ladění aplikace přímo v zařízení.

Po provedení dostatečného počtu změn byly novinky předvedeny a okomentovány na konzultaci s vedoucím bakalářské práce a také bylo vytvořeno video předvádějící novou funkcionalitu a odesláno na shlednutí týmu ze serveru Turistika.cz.



Obrázek 8: Starší verze hlavní části aplikace

V rámci testování byly zapůjčeny i dva telefony již zmíněné výše, na kterých byla otestována část aplikace starající se o obsluhu fotoaparátu a celková schopnost zobrazovat uživatelské rozhraní ve správné velikosti na různě velkých displejích.

V průběhu testování vyhledávání byly využívány výsledky ze serveru Turistika.cz, který také převážně využívá mapy poskytované společností Google, výsledky jsou vyobrazeny na obrázcích 9 a 10.

Během testování aplikace bylo nutno také proměřit datovou náročnost aplikace při stahování tras a fotografií bodů zájmu:

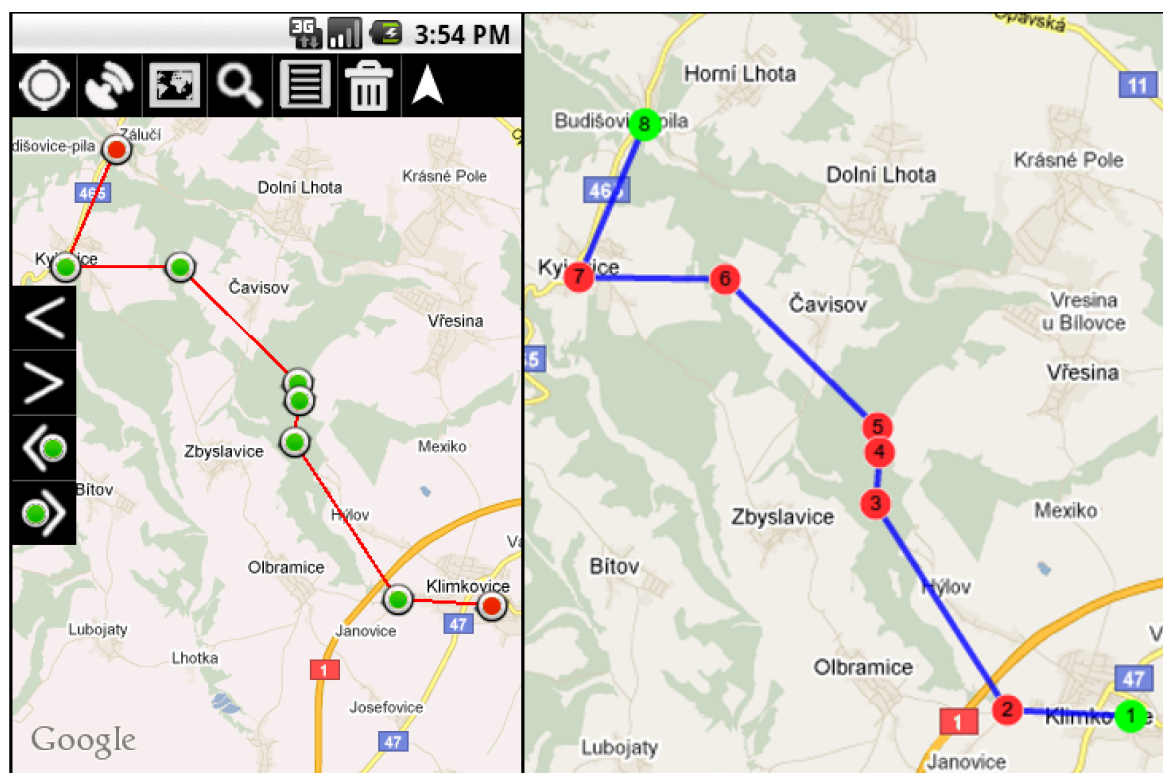
- průměrná trasa ve formátu GPX má přibližně velikost 2,6 kB, přičemž velikost velmi ovlivňuje počet bodů trasy a délka komentářů
- průměrná fotografie bodu zájmu je přibližně velká 5,6 kB, protože se stahují pouze miniatury

Bylo také provedeno několik měření rychlosti stahování s dvěma typy připojení, výsledky jsou v tabulce 1.

Naměřené časy jsou závislé na kvalitě signálu poskytovatele v dané oblasti, ale lze z nich usuzovat, že i při připojení přes pomalejší technologii EDGE, bude aplikace nadále použitelná.

	WIFI 5 Mbit/s	Vodafone EDGE
Stažení 16 tras	17,2 s	20,8 s
Stažení 83 tras	77,9 s	112,6 s
Stažení 31 bodů zájmu	2,9 s	7,9 s
Stažení 131 bodů zájmu	7,9 s	28,7 s
Stažení fotografie bodu zájmu	0,3 s	1,2 s

Tabulka 1: Porovnání rychlosti stahování pomocí WIFI a technologie EDGE



Obrázek 9: Srovnání vykreslení trasy v aplikaci a na serveru Turistika.cz



Obrázek 10: Srovnání vykreslení bodů zájmu v aplikaci a na serveru Turistika.cz

6 Srovnání s dalšími dostupnými aplikacemi

Součástí každé bakalářské práce, zabývající se vývojem nějaké aplikace, by jistě mělo být také srovnání s ostatními aplikacemi, které jsou pro danou platformu dostupné, aby byl zřejmý přínos dané práce.

6.1 Nabídka dostupných aplikací

- Locus – rychlá aplikace s propracovaným uživatelským rozhraním s širokými možnostmi nastavení, různými zdroji mapových podkladů (Google maps, OpenStreetMap, Bing maps a další), tyto podklady lze také ukládat do vnitřní paměti telefonu, dokáže zaznamenávat trasy a vyhledávat a také zobrazovat body zájmu
- RMaps – aplikace umožňující zobrazení opravdu velkého množství online map, navíc je dokáže otáčet podle údajů z elektronického kompasu, pokud ho zařízení obsahuje

- TrekBuddy – aplikace pro zobrazování pouze offline map, původně byla vytvořena pro zařízení podporující JavaME a následně portována na platformu Android, ale bez výraznějších úprav uživatelského rozhraní, což způsobuje špatnou ovladatelnost a snižuje její použitelnost
- Maps (+) – jednoduchá aplikace pro zobrazení OpenStreetMap a Google map s možností importu tras z GPX nebo KML
- BackCountry NavigatorPRO – aplikace nabízí široké množství mapových podkladů, bohužel pro českou republiku se dají použít pouze OpenStreetMap podklady, navíc má opravdu nepřehledné a nepropracované uživatelské rozhraní
- Gaia GPS – aplikace s vlastním vykreslováním map buď ze serveru Cloudmate nebo z OpenStreetMap a s možností záznamu trasy, bohužel na slabších zařízeních neběží plynule
- Mapy Google – aplikace určená pro zobrazování map ze serverů společnosti Google, bohužel nejsou v nabídce podkladů turistické trasy a vyhledávat lze pouze trasy vedoucí po silnicích, což tuto aplikaci dělá nepoužitelnou pro pěší turistiku
- Mapy.cz⁵ – aplikace od české společnosti Seznam.cz, využívá vlastní Seznam mapové podklady (základní, turistická, letecká a historická), umožňuje vyhledávání míst v okolí podle kategorií

Pro srovnávání v tabulce 2 byly vybrány 3 aplikace, které jsou zdarma dostupné na Android Market a Mapy Google, protože jsou předinstalované na mobilních zařízeních s platformou Android jejich výrobci.

Na základě těchto nashromážděných údajů můžeme usuzovat, že aplikace s názvem Locus je nejvhodnější pro turistiku v České republice z aktuálně nabízených aplikací na Android Market. Neplacená verze má ale nevýhodu v tom, že obsahuje mobilní reklamy, což ruší uživatele a navíc zmenšuje užitečnou plochu. Dále pak postrádá některé funkce jako je hledání bodů zájmu, či zobrazení detailnějších informací o některém z bodů importované trasy.

⁵ Aplikace Mapy.cz byla vydána necelý měsíc před odevzdáním bakalářské práce a tak její analýza již nemohla ovlivnit návrh a implementaci vytvářené aplikace

	Mapy Google	Locus	RMaps	Mapy.cz	Vytvořená aplikace
Online mapy	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Různé podkladů	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Offline mapy	Ne	Ano	Ano	Ne	Ne
Ukládání podkladů	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne
Rotace podkladů podle kompasu	Ano (pouze výkonnější zařízení)	Ano	Ano	Ne	Ne
Import tras z GPX	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano
Výškový profil trasy	Ne	placená verze	Ne	Ne	Ano
Záznam trasy	Ne	Ano	Ano	Ne	Ano
Editace tras	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Export tras	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano
Vyhledávání turisticky zajímavých bodů	Ne	placená verze	Ne	Ano	Ano
Pořizování fotografií bodů zájmu	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Vyhledávání turistických tras	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Sdílení tras	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Rozšířená realita	Ne	placená verze	Ne	Ne	Ne
Mobilní reklamy	Ne	neplacená verze	Ne	Ne	Ne

Tabulka 2: Srovnání vyvíjené aplikace s vybranými aplikacemi z Android Market

Na rozdíl od aplikace Locus, je aplikace, která je předmětem této bakalářské práce, schopná vyhledávat body zájmu na serveru Turistika.cz. To platí i pro turistické trasy, buď pěší nebo cyklotrasy, které zobrazí v mnohem interaktivnější podobě se seznamem bodů trasy, obsahujícím názvy bodů tak i komentáře k nim. Nevýhoda oproti aplikaci Locus je použití, komponenty pro zobrazování map od společnosti Google, která neumožňuje mapové podklady ukládat a ani číst z paměťového média.

7 Závěr

Po shlednutí porovnání s ostatními dostupnými aplikacemi v minulé kapitole je zřejmé, že výsledná aplikace poskytuje větší interaktivitu než mnohé ostatní byť i placené aplikace, u kterých je vyobrazená turistická trasa pouze soubor pixelů vyobrazených na mapě, bez jakékoli schopnosti poskytnout další rozšiřující a užitečné informace.

Díky spolupráci se serverem Turistika.cz (<http://www.turistika.cz/>) má vytvořená aplikace výhodu v rostoucím zdroji dat, který v současné době čítá na bezmála 4000 tras a 30 000 turisticky zajímavých bodů, které lidé mohli dodnes vyhledávat pouze pomocí webových prohlížečů. S touto aplikací to je možné kdekoli, kde má uživatel k dispozici přístup k Internetu, navíc s tím, že se mu výsledky ihned zakreslí na mapu.

Aplikace je tedy díky této spolupráci zaměřená výhradně na Českou republiku a proto bylo možné ji vytvořit tak, aby vyhovovala požadavkům zdejších uživatelů platformy Android a poskytla jim jednoduchou možnost, jak plánovat a prožívat své turistické aktivity.

Z pohledu dalšího vývoje by mohla být aplikace vylepšena například o možnost používání jiných podkladů, jejich čtení z paměťového média a ukládání podkladů, aby se zmenšila datová náročnost. Další vylepšení, které připadá v úvahu, je nalezení obdobných partnerských serverů v zahraničí a překlad aplikace do daného jazyka. To by neměl být problém, vzhledem k tomu, že aplikace byla vyvíjena s důrazem na to, aby byla internacionalizovaná, takže lokalizace by spočívala v překladu 3 XML souborů. Třetí vylepšení by mohlo být oproštění aplikace od veškerých licencí knihoven, které byly použity tím, že autor vytvoří knihovny vlastní. Další z výraznějších změn by mohlo být přidání možnosti zobrazení turisticky zajímavých míst v okolí nad výstup z fotoaparátu na základě údajů z GPS přijímače, elektronického kompasu a polohového senzoru – takzvaná rozšířená realita. Aplikace bude též umístěna na Android Market, takže lze očekávat, že uživatelé aplikace budou mít hodně nápadů, připomínek a požadavků na novou funkcionalitu, už při odeslání aplikace k prohlédnutí týmu Turistika.cz, padl návrh na pasivní vyhledávání, tedy takové, kdy by se uživatel automaticky stahovaly a zobrazovaly body zájmu samy v závislosti na umístění středu mapy.

Literatura

- [1] BURNETTE, Ed Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform. Pragmatic Bookshelf, 2008. ISBN: 978-1-93435-617-3.
- [2] MEIER, Reto Professional Android 2 Application Development. Wrox Press Ltd., 2010. ISBN: 978-0-47056-522-0.
- [3] *Android Developers* [online]. 2007 [cit. 2011-03-09]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/>>.
- [4] TAUFIK, Muhamad. *Android Candy* [online]. 7.12.2010 [cit. 2011-03-09]. Google Android OS Version History. Dostupné z WWW: <<http://alchemistar.blogspot.com/2010/08/google-android-os-version-history.html>>.
- [5] Google Inc. *Google APIs Add-On* [online]. 2007 [cit. 2011-02-29]. Dostupné z WWW: <<http://code.google.com/android/add-ons/google-apis/reference/index.html>>.
- [6] HASHIMI, Sayed; KOMATINENI, Satya; MACLEAN, Dave. *CTO Edge* [online]. 8.3.2010 [cit. 2011-01-15]. How the Dalvik Virtual Machine Works on Google Android. Dostupné z WWW: <<http://www.ctoedge.com/content/how-dalvik-virtual-machine-works-google-android>>.

Přílohy

- I. Samotná aplikace v souboru turisticka_navigace.zip
- II. Programátorská dokumentace v souboru Programátorská dokumentace.zip
- III. Uživatelská příručka v souboru Příručka.pdf
- IV. Video dokumentující starší verze aplikace soubory turisticka_navigace_1.avi, turisticka_navigace_2.avi a turisticka_navigace_3.avi